

中国与美国学生数学焦虑与数学学习成就关系的比较研究^{*}

何慧华 高原

摘要 数学学习中的非认知因素会影响个体的数学学习成就,甚至会使个体对需要进行数学应用的各种生活情境产生心理障碍。本研究以中国上海市和美国华盛顿州西雅图地区的学生为例,对其自身及其家长的数学焦虑水平、数学焦虑与数学学习成就的关系进行了跨文化的比较研究。研究表明:美国学生与家长的数学学习焦虑均高于中国学生与家长,中美两国家长的数学学习焦虑均对其子女的数学学习成就有显著的预测作用,学生本身的数学学习焦虑会对数学学习成就造成消极影响。对于中国家庭而言,学生的数学学习焦虑在家长数学焦虑与学生数学学习成就之间存在完全中介作用。

关键词 中学生; 数学焦虑; 数学学习成就; 中美比较研究

作者简介 何慧华 / 上海师范大学教育学院副教授 (上海 200234)

高原 / 上海师范大学教育学院硕士研究生 (上海 200234)

一、问题的提出

注重“素养”、评价“能力”、追求“兴趣”是全球性学生能力测试(如 PISA)的独到之处,也是审视各国学生是否已经具备了适应未来挑战的重要品质的科学手段。中国上海的 15 岁学生在 2009 年和 2012 年的国际学生能力评估项目(Program for International Student Assessment,简称 PISA)中,分别在阅读、数学与科学素养三个领域均获得了全球第一的优异成绩,尤其在数学领域的优势十分明显。而以美国为代表的西方国家,在 PISA 全球测试中取得的成绩一直不太理想。以 2015 年 PISA 排名为例,美国在数学能力水平上的排名为第 31 名(全球共 35 个国家参加了 2015 PISA 测试),平均成绩比全球平均分低 20 分,与 2012 年相比下降 11 分。其中,20%的学生得分低于全球基线水平。^[1]可见,中美学生在数学素养与解决数学问题的能力方面,差异明显。

^{*} 本研究系 2014 年度教育部人文社科青年基金项目“非认知技能的教育价值与实现途径:基于 UNESCO 亚太地区调查的实证研究”(项目编号:14YJC880091)的阶段性成果。

大量探讨影响数学学习成就因素的先行研究表明,认知因素与非认知因素均会对学生的数学学习成就产生不同程度的影响,包括工作记忆、执行功能、学习动机、成就感以及情绪能力等。^[2]比如,亨舍尔(Henschel)与罗伊克(Roick)在研究中指出,影响学生数学学习成就的非认知因素主要包括与认知相关的情绪情感、自我概念、学习兴趣、目标取向等。^[3]其中,数学焦虑是与数学学习成就关系比较密切的情绪因素之一。数学学习的核心就是大脑调动抽象思维的过程,因此个人的焦虑水平会影响其正常的数学思维活动。数学焦虑会影响到数学学习,其原因就是高数学焦虑者会过多关注自己的强制思想和负面认知等焦虑反应,而这种与当前任务无关的反应会分散个体的注意力,从而消耗有限的工作记忆资源。另外,也有研究表明,数学焦虑并不是指与数学有关的所有活动,而是指某种特定的与数学应用有关的情景。如有的学生对用列方程来解答的文字应用题会感到焦虑,但对单纯的数字运算则情绪稳定,发挥正常。

早在20世纪50年代西方心理学界和教育学界就开始开展与数学焦虑相关的研究,研究对象以初高中学生为主,之后逐步扩展到小学与大学阶段。比如阿什克拉夫特(Ashcraft)与科克(Kirk)的研究发现,对数学过多或过少的焦虑都不利于学生学习数学,也会对数学学习成就产生消极的影响。^[4]我国的教育心理学界对数学焦虑的研究起步相对比较晚,研究对象除了包括初、高中等普通中学的学生外,还涉及中等职业学校的学生和师范专业学生等。^[5]研究表明,中国学生同样存在数学焦虑问题,较高的数学焦虑水平会对其数学学习和数学学习成就产生消极的影响。^[6]

(一) 数学焦虑的界定

中外学者对数学焦虑提出了不同的定义。理查森(Richardson)和孙(Suinn)将数学焦虑界定为个体在普通生活和学业情境中,阻碍其开展数字运算和解决数学问题的紧张感和焦虑感。^[7]芬内马(Fennema)和谢尔曼(Sherman)将数学焦虑定义为个体在完成数学任务时所产生的各种身体不适的症状,比如心跳加速、出汗等。^[8]塞曼(Cemen)认为,数学焦虑是个体在需要处理数学问题时所产生的消极情感,包括恐慌、紧张、无助、害怕等,同时还伴有生理上的表现,如心跳加速、注意力无法集中等。^[9]阿什克拉夫特认为,数学焦虑是指在面临数字运用时所产生的紧张、思维混乱等不良的情绪反应。数学焦虑与数学态度不同,数学焦虑是一种多维度的心理状态,它既是一种态度,也是一种认知方式,还是一种情感的表达。^[10]而数学态度是指个体对数学用途的看法、数学活动的喜好,以及对个体数学能力高低的认识。^[11]西方学者在探究如何测量数学焦虑水平的研究中,主要提出了四种不同的维度分类方式。一是将数学焦虑分为情感焦虑与认知焦虑^[12],二是分为数学学习焦虑与数学应用焦虑^[13],三是分为数学问题处理焦虑与数学测试焦虑^[14],四是分为一般性的数学焦虑和数学测试焦虑^[15]。

我国学者陈英和、耿柳娜认为,数学焦虑是个体在处理数字、使用数学概

念、学习数学知识或参加数学考试时所产生的不安、紧张、畏惧等焦虑状态。^[16] 赵继源认为,数学焦虑是在数学学习和应用中形成的一种特殊的焦虑状态,此状态会影响个体完成数学活动的效率及效果。^[17] 由此可见,国内外学者对数学焦虑内涵的理解并不一致,但也达成了一些共识,即数学焦虑是由于进行与数学相关的活动而引起的生理、心理和行为的变化,主要表现为在解决数学问题时产生负面情绪导致能力减弱,避免上数学课或参加与数学有关的活动,选择与数学无关的职业或专业,会由于自己较弱的数学能力和不太理想的数学学习成就而产生消极的情绪体验等。

(二) 影响中学生数学焦虑水平的因素

迪瓦恩(Devine)等将影响中学生数学焦虑水平的因素划分为环境因素与个体因素两个方面。环境因素是指学生所处的学校以及家庭环境对其数学焦虑水平的影响。^[18] 比如,阿什克拉夫特和里德利(Ridley)分析了教师不同的教学方式对学生数学焦虑的影响,结果表明,传统填鸭式的教学方式比问题导向的教学方式更可能引起学生出现高水平的数学焦虑;学生在教室里的消极情感经历也会影响他们的数学焦虑水平,如当着同学和教师的面做不出数学题时的窘迫经历,以及教师对学生的回答不予进一步的解释等。^[19] 教师对于数学学习的态度也会影响学生的数学学习态度,进而影响其数学焦虑水平。另外,中学生家长对于其学习数学的信念以及自身的数学焦虑水平,也会对学生自身的数学焦虑水平产生影响。比如,塞普里安那扎(Sepehrianazar)和巴巴依(Babae)的研究发现,家长的教养方式会通过影响小学生的目标定向(mastery or performance orientation)进而影响其数学焦虑水平。^[20] 马洛尼(Maloney)等人发现,家长的数学焦虑水平会影响其对学生数学学习的辅导状况,进而会影响学生的数学态度与数学焦虑水平。^[21]

除此以外,基于国际数学能力测量的数据,也有研究者开展了一些对数学焦虑国别差异的探究。比如,黄小瑞等基于PISA 2012的数据分析发现,与芬兰相比,中国学生的数学作业量较大,完成时间较长,数学焦虑水平显著高于芬兰学生。^[22] 金莹等探究了学生数学焦虑与数学素养之间关系的国别差异,研究发现,中国上海与新加坡等地为高焦虑、高素养地区;芬兰为低焦虑、高素养地区;而美国与英国为低焦虑、低素养地区。而且,根据PISA 2012的数据显示,降低学生的数学焦虑,可以提升其数学素养的得分。^[23]

个体因素主要是指个体的性别、年龄、个性等因素对其数学焦虑水平的影响。^[24] 比如,在以中小学生为研究对象的研究中发现,男生的数学焦虑水平显著高于女生。同时,该研究也发现,在特定的年龄周期,学生的数学焦虑水平明显高于其他年龄段,比如小升初阶段或高中低年级阶段。中国学者也得出了比较一致的结果,比如,周琳与赵文德发现,与初一、初二的学生相比,初三学生的数学焦虑水平普遍比较高;亚洲学生比美国学生更容易产生数学焦虑等。^[25] 然而,对于性别因素与焦虑水平之间的关系,先行研究的研究结果并不一致。比如,也有学者发现,初中生的数学焦虑水平与其性别没有显著关系,

男女生焦虑水平相似。除此之外,缺乏自信、缺乏自我调节能力、较低自我效能感等因素也会对数学焦虑水平产生消极的影响。^[26]

(三) 数学焦虑与中学生数学学习成就的关系

大量先行研究从不同的角度探讨了数学焦虑水平与数学学习成就之间的关系。比如,希尔(Hill)等研究者发现,初中学生的数学焦虑水平能够显著预测其数学学习成就,且女生的数学焦虑水平显著高于男生。^[27]马来西亚的一项研究表明,学生的心理状态,特别是焦虑水平将显著影响学生的数学学习成就。^[28]另外,黎亚军测量了中国初中生数学学习策略与数学焦虑对数学学习成就的影响,研究发现,男生的数学焦虑水平明显低于女生,数学焦虑可以负向预测数学学习成就;而学习策略则通过数学焦虑的中介作用,间接预测数学学习成就。^[29]熊建华依据被试在焦虑量表上的得分,将学生按照其焦虑水平分为高、中、低三组,研究表明,三组不同焦虑水平的被试的数学焦虑与数学学习成就均呈显著负相关。^[30]然而,也有学者发现,数学学习成就也可能是数学焦虑水平的预测变量,即数学学习成就的优劣将显著预测其数学焦虑水平。另外,也有先行研究发现,学生家长的数学焦虑水平也将对学生的数学学习成就产生消极的影响。比如,马洛尼等人发现,家长的数学焦虑水平会对学生的数学学习成就产生影响,但却无法显著预测其阅读成绩。^[31]索尼(Soni)和库马里(Kumari)发现,10—15岁儿童家长的数学焦虑水平及其对数学的态度会显著影响其子女的数学态度与数学学习成就。^[32]

(四) 数学学习成就的中美比较研究

对于儿童数学学习成就的跨文化比较研究大约从20世纪六七十年代开始引起各国学者的关注。由于中国各个学段的学生在数学方面的学业成就一直显著高于美国学生,许多学者开始探究中美学生数学成就的差异、差异背后的原因以及各影响因素之间的关系。^[33]

对于中国学生领先原因的探讨,主要包括两个方面。一是学生本身的因素,包括其自身对数学的态度、学习动机和努力程度等。比如PISA 2012报告中指出,上海15周岁学生每周完成作业的时间为13.8小时,远远高出OECD平均7小时的作业时间。^[34]另外,美国学生与中国学生数学能力的差异可能是由于美国学生比较愉悦的数学学习体验及其自身对数学学习复杂性的认知度不够。^[35]然而,是否“高成就”一定伴随着“高焦虑”,或者伴随一些问题行为呢?一项中美高中生数学成就的多国比较研究表明,虽然中国学生在与美国、日本等国家的数学成就比较中脱颖而出,但其所报告的问题行为出现的数量和频率并没有显著高于两国。^[36]二是环境因素,比如,学习时间、作业量以及教师的因素。同时,大多数研究者会深入分析基于文化价值差异所导致的家庭因素,包括家长对儿童数学能力的期望、家庭数学学习环境、家长的重视程度与参与度等。^[37]

(五) 研究问题

综上,先行研究主要考察了中学生的性别、年龄以及个体其他因素对其数学焦虑水平的影响,并考察了数学焦虑水平与数学学习成就之间的关系。但

对于性别的影响,以及焦虑水平与成绩之间的关系并未达成完全一致,因此考察焦虑水平是否能预测学习成就,能够进一步探究情感因素在学业成就方面的贡献度,启示教育者引导学生在完成认知类任务时要保持积极情绪。另外,详细考察家长及其自身情感因素对学生学习成就的影响,能够说明家长自身情绪体验是直接影响学生的学习成就,还是首先影响学生本身的情绪体验,进而影响其学业成就。间接关系的建立既能够指引家长努力控制自身的消极情绪,在学生面前采用正确的方式表达情绪,也能够避免产生家长焦虑水平高就一定会对学生学习成就产生消极影响的误解,而学生本身的情绪体验是能够产生重要作用的关键因素。

同时,关于不同国家学生数学焦虑水平的跨文化比较研究,多集中于分析国际测量项目 PISA 的现有数据。大多中美比较研究主要集中在对数学学业水平方面的比较,缺乏通过循证的方式探究两国学生数学学习中情感因素与家长作用的差异。虽然中国学生的数学学习成就一直领先于美国学生,家庭因素也可能是重要的影响因素,但家长对学生的影响机制可能不同,对不同机制的考察与分析,不仅能丰富国际学业水平测量领域的文献,还能够激发对我国数学教育实践中个体情感和家庭因素的深入省思与综合考量。

因此,本研究将探讨在差异明显的中西文化环境下,中国与美国的 15—16 岁学生及其家长数学焦虑水平的差异,并进一步探究两种文化背景下的家长的数学焦虑水平、学生自身的数学焦虑水平对其数学学习成就的预测作用。本研究假设:第一,美国学生及其家长的数学焦虑水平将显著高于中国学生及其家长,且男生焦虑水平显著高于女生。第二,中美学生家长的数学焦虑水平将显著预测学生的数学焦虑水平,并进一步显著预测学生的数学学习成就。第三,与数学应用焦虑相比,中美学生的数学学习焦虑水平对其数学学习成就更具预测性。最后,本研究还将分析学生的数学焦虑是否是家长数学焦虑水平和学生数学学习成就关系的中介变量。

二、研究方法

(一) 研究对象

共有美国华盛顿州西雅图地区的 54 名 15—16 岁学生和中国上海市的 80 名 15—16 岁学生及其家长参加了这项研究。中美所有学生都就读于公立学校。中国学生的男女生比例为男生 55.7%、女生 44.3%,平均年龄为 15.58 岁;74%的中国家长拥有大专以上学历。美国学生的男女生比例各为 50%,平均年龄为 15.42 岁;96%的美国家长拥有大专以上学历;83.3%的美国学生来自白人家庭。

(二) 测量工具

1. 数学焦虑水平

对学生及其家长的数学焦虑水平的测量使用了被广泛应用的普莱克

(Plake) 和帕克(Parker)的修订版数学焦虑等级量表(Revised-Math Anxiety Rating Scale,简称R-MARS)。^[38]R-MARS包含21个选项,李克特量表的5个等级从“非常焦虑”到“一点也不焦虑”,适用于中学生和成人。原版数学焦虑等级量表(Math Anxiety Rating Scale,MARS)的相关系数为0.97,再测信度系数在0.78到0.85之间。该量表包括两个维度:数学学习焦虑(12个选项)和数学应用焦虑(9个选项)。被试得分越高,其焦虑水平越高。本研究最终得到的内部一致性系数均在可接受范围内(中国家长 $\alpha=0.92$;美国家长 $\alpha=0.89$;中国学生 $\alpha=0.85$;美国学生 $\alpha=0.84$)

由于中美学生及其家长将使用同一份量表,研究人员采取了翻译—反翻译(Translation and Back-Translation)技术,即先将英文版量表由一位研究者翻译成中文,再由另一名研究人员将翻译好的中文版量表再次翻译回英文。通过对原版的英文量表和之后我们翻译的英文版本进行逐项比较,发现了翻译中出现的词句习惯用法的问题。为了让中国学生准确地理解量表中每一选项的含义,我们再次对翻译的中文版量表进行了修改,并做了简单的实验研究,以保证中美学生与家长完成问卷的可信度和有效性。

2. 数学学习成就

由于中美两国初、高中阶段数学教学内容和评估方式存在着很大的差异,因此,我们请参与本次研究的学生的老师对其数学学习成就进行等级评定,评定分数为1—10,1为最差,10为最好。数据分析时将教师评定的学生数学学习成就转换为z分数。

三、结果与分析

(一) 中美学生及其家长数学焦虑水平的比较

为探究中美学生及其家长数学焦虑水平的差异,以学生的国别和性别为自变量,学生及其家长的数学学习焦虑为因变量,开展多因素方差分析。结果表明,国别主效应显著, $F(2, 129) = 7.436, p = 0.001, \eta^2 = 0.103$,美国学生与家长的数学学习焦虑水平显著高于中国学生与家长(见表1)。学生的性别主效应不显著, $F(2, 129) = .104, p > .05$ 。学生国别与性别交互作用也不显著, $F(2, 129) = 0.781, p > 0.05$ 。

以学生的国别和性别为自变量,学生及其家长的数学应用焦虑为因变量,开展多因素方差分析。结果表明,国别主效应显著, $F(2, 129) = 19.821, p < 0.001, \eta^2 = 0.235$,但只发现了美国家长的数学应用焦虑水平显著高于中国家长, $F(1, 130) = 36.289, p < 0.001, \eta^2 = 0.218$,而中美学生的数学应用焦虑并未发现显著差异(见表1)。学生的性别主效应不显著, $F(2, 129) = 1.122, p > 0.05$ 。学生国别与性别交互作用也不显著, $F(2, 129) = 1.107, p > 0.05$ 。

表1 中美学生及其家长的数学焦虑的平均数和标准差

	数学焦虑	学生数学学习焦虑	学生数学应用焦虑	家长数学学习焦虑	家长数学应用焦虑
中国	<i>M</i>	27.65	18.66	33.38	20.68
	<i>SD</i>	7.41	5.86	8.66	6.02
美国	<i>M</i>	32.02	18.69	38.57	26.63
	<i>SD</i>	8.79	5.90	7.07	4.73

(二) 中美学生及其家长的数学焦虑与其数学学习成就的相关分析

中美学生及其家长的数学学习与数学应用焦虑与其数学学习成就的相关分析见表2。结果表明,中美学生本身的数学学习焦虑与家长的数学学习焦虑呈显著正相关(中国学生 $r=0.598, p<0.01$; 美国学生 $r=0.406, p<0.01$)。中美学生自身的数学学习焦虑也与其数学学习成就呈显著负相关(中国学生 $r=-0.494, p<0.01$; 美国学生 $r=-0.352, p<0.01$)。两国学生的数学应用焦虑也与其数学学习成就呈显著负相关(中国学生 $r=-0.272, p<0.05$; 美国学生 $r=-0.362, p<0.01$)。中国家长的数学应用焦虑与中国学生的数学应用焦虑呈显著正相关($r=0.383, p<0.01$),但美国家长与学生的应用焦虑的相关关系并不显著。另外,研究表明,只有中国家长的数学学习焦虑才会与子女的数学学习成就呈显著负相关($r=-0.263, p<0.05$);而美国家长的数学学习焦虑与子女的数学学习成就的相关关系并不显著。

表2 中国学生及其家长的数学焦虑与其数学学习成就的相关分析

	学生数学学习焦虑 ^b	学生数学应用焦虑 ^b	家长数学学习焦虑 ^b	家长数学应用焦虑 ^b	数学学习成就 ^b
学生数学学习焦虑 ^a	1	0.238	0.406**	0.046	-0.352**
学生数学应用焦虑 ^a	0.205	1	0.105	0.145	-0.362**
家长数学学习焦虑 ^a	0.598**	0.021	1	0.109	0.001
家长数学应用焦虑 ^a	0.156	0.383**	0.060	1	-0.033
数学学习成就 ^a	-0.494**	-0.272*	-0.263*	-0.162	1

注1: * 为 $p<0.05$, ** 为 $p<0.01$, *** 为 $p<0.001$, 下同; a 为中国样本分析结果 b 为美国样本分析结果。

(三) 中美学生家长的数学焦虑对其子女数学焦虑影响的回归分析

为检验中美学生家长的数学焦虑对其子女数学焦虑的预测,以学生的数学学习焦虑为因变量,以家长的数学学习和应用焦虑为自变量对两个组分别进行了一元线性回归分析。结果表明,对中美家庭而言,家长的数学学习焦虑都能较好的预测其子女的数学学习焦虑(中国 $F(2, 79) = 22.807, p<0.001, R^2 = 0.372$ 美国 $F(2, 53) = 5.054, p<0.01, R^2 = 0.165$);而家长的数学应用焦虑则对学生的数学学习焦虑没有影响(见表3)。

表3 中美学生家长的数学焦虑对其子女
数学学习焦虑影响的回归分析

	中国学生的数学学习焦虑			美国学生的数学学习焦虑		
	B	β	t	B	β	t
家长数学学习焦虑	0.505	0.591**	6.530***	0.503	0.406**	3.157**
家长数学应用焦虑	0.148	0.120	1.329	0.002	0.001	0.009

以学生的数学应用焦虑为因变量,家长的数学学习与应用焦虑为自变量,分别对中美两组进行一元线性回归分析,结果发现,只有中国家长的数学应用焦虑才会对其子女的应用焦虑有预测作用, $F(2,79) = 6.608, p < 0.01, R^2 = 0.146$,而美国家长的应用焦虑无法预测其子女的数学应用焦虑, $F(2,53) = 0.947, p > 0.05, R^2 = 0.036$ (见表4)。

表4 中美学生家长的数学焦虑对其子女
数学应用焦虑影响的回归分析

	中国学生的数学应用焦虑			美国学生的数学应用焦虑		
	B	β	t	B	β	t
家长数学学习焦虑	-0.001	-0.002	-0.015	-0.102	-0.122	-0.882
家长数学应用焦虑	0.373	0.383	3.630**	0.198	0.159	1.147

(四) 中美学生及其家长的数学焦虑对其数学学习成就影响的回归分析

以学生的数学学习成就为因变量,学生的数学学习与应用焦虑为自变量进行一元线性回归分析(见表5)。结果表明,首先,中美学生的数学学习焦虑会对其数学学习成就产生负面的影响,但学生数学应用焦虑只对美国学生的数学学习成就产生影响,对中国学生数学学习成就没有预测作用(中国学生: $F(2,79) = 14.567, p < 0.001, R^2 = 0.524$;美国学生: $F(2,53) = 6.372, p < 0.05, R^2 = 0.200$)。其次,中国学生家长的数学学习焦虑也对其数学学习成就产生了消极影响,而美国家长的数学学习与应用焦虑均没有对其数学学习成就产生影响(中国家长: $F(2,79) = 3.828, p < 0.05, R^2 = 0.090$;美国家长: $F(2,53) = 0.028, p > 0.05, R^2 = 0.001$)。

表5 中美学生及其家长的数学焦虑对其数学学习成就影响的回归分析

	中国学生的数学学习成就			美国学生的数学学习成就		
	B	β	t	B	β	t
学生数学学习焦虑	-0.048	-0.457**	-4.611**	-0.020	-0.284*	-2.205*
学生数学应用焦虑	-0.023	-0.178	-1.799	-0.030	-0.284*	-2.202*
家长数学学习焦虑	-0.023	-0.254*	-2.330*	0.001	0.004	0.030
家长数学应用焦虑	-0.019	-0.147	-1.350	-0.004	-0.033	-0.238

(五) 中美学生数学学习焦虑在家长数学学习焦虑和学生数学学习成就间的中介作用分析

根据相关分析与回归分析的结果,只有中国家长的数学学习焦虑能预测中国学生的数学学习成就,但其数学应用焦虑与其子女的数学学习成就没有关系。美国家长各维度的焦虑水平与其子女的数学学习成就无关。由于中国学生家长数学学习焦虑对其子女的数学学习成就产生了负面影响,我们以学生数学学习成就为因变量,分别以家长数学学习焦虑为自变量,以学生数学学习焦虑为中介变量开展阶层回归分析。分析采用温忠麟、张雷、侯杰泰和刘红云提出的程序检验中介效应,对间接路径“家长的数学学习焦虑—学生的数学学习焦虑—学生的数学学习成就”的中介效应进行检验。^[39]

首先检验家长数学学习焦虑预测其子女数学学习成就的总效应,即模型一。结果表明,中国家长的数学学习焦虑能够显著解释其子女的数学学习焦虑。其次检验当学生的数学学习焦虑水平得到控制后,家长的数学学习焦虑与其子女的数学学习成就间的预测关系,即模型二。结果表明,虽然学生自身的数学学习焦虑能够显著预测其数学学习成就,但当自身的数学焦虑水平被控制后,家长对其子女数学学习成就的预测效应消失。因此,对于中国家庭而言,学生的数学学习焦虑在家长数学焦虑与学生数学学习成就之间存在完全中介效应,即中国家长与认知相关的消极情绪将通过影响其子女的相关情绪体验,从而影响其子女的学习成就(回归系数和中介效应见表6)。

表6 中国家长的数学学习焦虑、其子女数学学习焦虑及数学学习成就的阶层回归分析

		R ²	F	B	β	t
结果变量	学生数学学习成就					
模型一	家长数学学习焦虑	0.223	14.881**	-0.241	-0.472**	-3.858**
模型二	家长数学学习焦虑	0.227	7.479**	0.029	0.072	0.531
	学生数学学习焦虑			-0.256	-0.501**	-3.716**

四、总结与思考

本研究表明,首先,美国学生的数学学习焦虑水平显著高于中国学生,然而两国学生的数学应用焦虑水平没有显著差异。美国家长的数学学习与应用焦虑均高于中国家长。其次,中美两国家长的数学学习焦虑水平均对其子女的数学学习焦虑水平有较强的预测作用,并且学生本身的数学学习焦虑也会对其数学学习成就产生消极的影响。两国差异比较的结果发现,只有中国家长的数学应用焦虑水平会直接影响其子女的数学应用焦虑水平;只有美国学生的数学应用焦虑水平会对学生的数学学习成就产生负面影响,而中国学生的应用焦虑水平与其数学学习成就无关。本研究还表明,中国学生自身的数

学学习焦虑水平是家长焦虑与其数学学习成就关系之间的中介变量,但此中介效应并没有在美国家庭中被发现。

(一) 高竞争并非一定预测高焦虑水平

本研究假设中国学生的数学学习焦虑将高于美国学生。然而,结果表明,美国学生的数学焦虑水平明显高于中国学生。虽然中国学生一直处于竞争激烈的学习环境,但其贯穿于各个学段的对数学学习的重视,反而降低了其学习数学的焦虑程度。另外,本研究还发现两国学生在数学应用焦虑上并没有显著差异。先行研究在探讨个体数学焦虑水平测量方法中,有研究者提出了学习—应用两维度的测量方案,也有认知—情感两维度的测量方案,本研究结果也进一步论证了个体数学焦虑不同维度测量方案的理论价值与实践意义。陈英和和耿柳娜的研究也指出,数学焦虑并不是指与数学有关的所有活动,而是指某种特定的与数学应用有关的情境。^[40] 本研究的结果说明,虽然中美两国在高中阶段的数学教学体制与教学方法有很大差异,但两国学生在日常生活中需要应用数学的场景和方式可能比较相似,所以中美两国学生数学焦虑水平比较的特点是美国学生的数学学习焦虑明显高于中国学生,而在应用数学解决实际问题的过程中中美学生的数学应用焦虑没有差异。

(二) 家庭因素对学生数学焦虑的预测作用显著,但文化差异明显

本研究再次验证了以往研究的部分结论,即父母的学习焦虑对其子女的数学学习焦虑水平有预测作用。然而,本研究还发现只有中国父母的数学应用焦虑对其子女同样维度的数学焦虑有预测作用,美国父母的数学应用焦虑并未影响其子女的同维度焦虑。由于独生子女政策,中国父母一般在养育孩子时更加担忧孩子的前程与升学情况,家长一般会主动关心并辅导学生的数学学习与数学应用。然而,当家长表露出比较低的数学自我效能感时,则会对其子女产生影响。^[41] 假设家长有比较高的数学焦虑水平,那么其子女从父母那里得到的在数学学习方面的启蒙和支持将减弱,从而子女本身也可能受父母影响产生高水平的数学焦虑。相比而言,美国学生学习比较独立,家长一般不提供特殊的学习辅导,其对子女在数学学习成就方面的期望也不会过高,所以家长数学应用焦虑的预测作用较小。^[42]

另外,本研究还在中国家庭中发现了学生的数学学习焦虑是其家长数学学习焦虑影响其数学学习成就的中介变量,这一结论不仅说明了家长焦虑水平影响其子女数学学习成就的路径,即先影响其子女的焦虑水平再影响数学学习成就的,还进一步说明了中国家长对其子女的影响明显高于美国家长。

(三) 关于数学焦虑水平与数学学习成就关系的中美比较结果错综复杂,具启发性

与以往中西方的研究结果相似,对中美学生而言,数学学习焦虑对数学学习成就的预测作用十分明显。数学学习的核心就是大脑调动抽象思维的过

程,因此个人的焦虑水平会影响其正常的数学思维活动。数学焦虑会影响到数学学习,其原因就是高数学焦虑者会过多关注自己在认知过程中产生的消极情绪体验,而这种与当前任务无关的反应会分散个体的注意力,从而消耗有限的工作记忆资源。^[43]在这样的消极状态下,个体便无法发挥正常的水平来完成数学考试,进而影响其数学学习成就。然而,数学应用焦虑对数学学习成就的预测,中美两国的结果并不一致。只有美国学生的数学应用焦虑能预测其数学学习成就,而中国学生的应用焦虑则不会影响其数学学习成就。造成这一结果的原因可能是中国学生参与的数学考试与其日常的数学运用关系不大。而美国课堂上的数学学习与日常的数学应用结合得比较紧密,相对而言数学知识比较实用。^[44]

综上所述,无论是中国还是美国,学生数学学习中的非认知因素,包括学习动机、兴趣、毅力和情绪,都会对其数学学习成就产生不同程度的影响。这个结论也能启发教师研究如何对高中数学教学活动进行改革与创新,争取认知因素与非认知因素的统一,以提高学生的数学学习成就。对于中学生这一阶段来讲,父母在学习过程中给予的支持、正面情绪的引导以及自身积极的情绪表达,也是影响中学生数学学习的重要因素。特别要加强主动关心中学生在学习过程中的情绪水平这一环节,帮助其调节消极情绪体验,在保证数学素养培育的过程中,建构积极的情绪氛围。其次,还要思考如何通过干预家长的情感表达和改善家庭学习氛围,来支持中学生完成高强度的学习。发达国家对于家长建构家庭学习氛围的干预项目数量多,范围广,质量高,值得我国的教育决策者借鉴与尝试。

参考文献:

- [1] OECD. PISA 2015 Key Findings from for United States [EB/OL]. <http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-united-states.htm>. 2016-4-30/2018-8-15.
- [2] Eden, C., Heine, A. & Jacobs, A. M. Mathematics Anxiety and Its Development in the Course of Formal Schooling—A Review [J]. *Psychology*, 2015(6): 27 - 35.
- [3] Henschel, S. & Roick, T. Relationships of Mathematics Performance, Control and Value Beliefs with Cognitive and Affective Math Anxiety [J]. *Learning & Individual Differences*, 2017(55): 97 - 107.
- [4] Ashcraft, M. H. & Kirk, E. P. The Relationship between Working Memory, Math Anxiety, and Performance [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory, and Cognition*, 2001(27): 157 - 175.
- [5] [16] [40] 陈英和 耿柳娜. 数学焦虑研究的认知取向 [J]. *心理科学* 2002(25): 653 - 655.
- [6] 王秀玲. 小学生数学学习焦虑与数学能力的相关研究 [J]. *浙江师范大学学报(自然科学版)*, 2002(25): 317 - 320.
- [7] Richardson, F. C. & Suinn, R. M. The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric Data [J]. *Journal of Counseling Psychology*, 1972(19): 551 - 554.
- [8] Fennema, E. & Sherman, J. A. Fennema-Sherman Mathematics Attitude Scales: Instruments Designed to Measure Attitudes toward the Learning of Mathematics by Females and Males [J]. *JSAS Catalog of Selected*

- Documents in Psychology ,1976(6) : 31.
- [9] Cemen , P. B. The Nature of Mathematics Anxiety [M]. Stillwater: Oklahoma State University , 1987: 5 - 6.
- [10] Ashcraft , M. H. Math Anxiety: Personal , Educational , and Cognitive Consequences [J]. Current Directions in Psychological Science , 2002(11) : 181 - 185.
- [11] McLeod , D. B. Research on Affect in Mathematics Education: A Reconceptualization [A]. Grouws , D. A. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning [C]. New York: Macmillan , 1992: 575 - 596.
- [12] Wigfield , A. & Meece , J. L. Math Anxiety in Elementary and Secondary School Students [J]. Journal of Educational Psychology , 1988(80) : 210 - 216.
- [13] [38] Plake , B. S. & Parker , C. S. The Development and Validation of a Revised Version of the Mathematics Anxiety Rating Scale [J]. Educational and Psychological Measurement , 1982 (42) : 551 - 557.
- [14] Gierl , M. J. & Bisanz , J. Anxieties and Attitudes Related to Mathematics in Grades 3 and 6 [J]. The Journal of Experimental Education , 1995(63) : 139 - 158.
- [15] Ma , X. & Xu , J. The Causal Ordering of Mathematics Anxiety and Mathematics Achievement: A Longitudinal Panel Analysis [J]. Journal of Adolescence , 2004(27) : 165 - 179.
- [17] [43] 赵继源. 数学焦虑的成因及对策 [J]. 广西师院学报(自然科学版) 2001(18) : 87 - 91.
- [18] Devine , A. , Fawcett , K. , Szűcs , D. & Dowker , A. Gender Differences in Mathematics Anxiety and the Relation to Mathematics Performance While Controlling for Test Anxiety [J]. Behavioral and Brain Functions , 2012(8) : 1 - 9.
- [19] Ashcraft , M. H. & Ridley , K. S. Math Anxiety and Its Cognitive Consequences—A Tutorial Review [A]. Campbell J. I. D. Handbook of Mathematical Cognition [C]. New York: Psychology Press , 2005: 315 - 327.
- [20] Sepéhriazar , F. & Babae , A. Structural Equation Modeling of Relationship between Mathematics Anxieties with Parenting Styles: The Meditational Role of Goal Orientation [J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences , 2014(152) : 607 - 612.
- [21] [31] Maloney , E. A. , Ramirez , G. , Gunderson , E. A. , Levine , S. C. & Beilock , S. L. Intergenerational Effects of Parents' Math Anxiety on Children's Math Achievement and Anxiety [J]. Psychological Science , 2015(26) : 1 - 9.
- [22] 黄小瑞 , 占盛丽. 家庭作业及课外补习对学生数学焦虑的影响——中国上海与芬兰的比较 [J]. 全球教育展望 2015(44) : 105 - 115.
- [23] 金莹 , 黄友初. 数学焦虑对学生数学素养的影响研究——以 PISA 2012 的测评结果为例 [J]. 中小学教材教学 2016(7) : 40 - 44.
- [24] Beilock , S. L. , Gunderson , E. A. , Ramirez , G. & Levine , S. C. Female Teacher's Math Anxiety Affects Girls' Math Achievement [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences , 2010(5) : 1860 - 1863.
- [25] 周琳 , 赵文德. 数学焦虑的相关研究 [J]. 边疆经济与文化 2007(7) : 132 - 133.
- [26] [44] Stuart , V. B. Math Curse or Math Anxiety? [J]. Teaching Children Mathematics , 2000(6) : 330 - 338.
- [27] Hill , F. , Mammarella , I. C. , Devine , A. , Caviola , S. , Passolunghi , M. C. & Szűcs , D. Maths Anxiety in Primary and Secondary School Students: Gender Differences , Developmental Changes and Anxiety Specificity [J]. Learning & Individual Differences , 2016(48) : 45 - 53.
- [28] Zakaria , E. , Zain , N. M. , Ahmad , N. A. & Erlina , A. Mathematics Anxiety and Achievement among Secondary School Students [J]. American Journal of Applied Sciences , 2012(9) : 1828 - 1832.
- [29] 黎亚军. 初中生数学学习策略、数学焦虑对数学学习成就的影响研究 [J]. 教育与教学研究 , 2016(30) : 118 - 122.

- [30] 熊建华. 中学生数学焦虑及相关因素的调查研究[J]. 数学教育学报, 2008(17) : 52 - 54.
- [32] Soni , A. & Kumari , S. The Role of Parental Math Anxiety and Math Attitude in Their Children's Math Achievement[J]. International Journal of Science & Mathematics Education , 2015(15) : 1 - 17.
- [33] [41] Stevenson , H. W. , Lee , S. Y. , Chen , C. S. et al. Mathematics Achievement of Children in China and the United States[J]. Child Development , 1990(61) : 1053 - 1066.
- [34] OECD. PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics , Reading , Science , Problem Solving and Financial Literacy[J]. Paris: OECD Publishing , 2012: 264.
- [35] Stevenson , H. W. , Chen C. & Lee , S. Y. Mathematics Achievement of Chinese , Japanese , and American Children: Ten Years Later[J]. Science , 1993(259) : 53.
- [36] Chen , C. & Stevenson , H. W. Motivation and Mathematics Achievement: A Comparative Study of Asian-American , Caucasian-American , and East Asian High School Students [J]. Child Development , 1995 (66) : 1214 - 1234.
- [37] Huntsinger , C. S. , Jose , P. E. , Larson , S. L. et al. Mathematics , Vocabulary , and Reading Development in Chinese American and European American Children over the Primary School Years [J]. Journal of Educational Psychology , 2000(92) : 745 - 760.
- [39] 温忠麟 张雷 侯杰泰 刘红云. 中介效应检验程序及其应用[J]. 心理学报, 2004(36) : 614 - 620.
- [42] Siegler , R. S. & Mu , Y. Chinese Children Excel on Novel Mathematics Problems Even before Elementary School[J]. Psychological Science , 2008(19) : 759 - 763.

Comparative Study of American and Chinese Students' Mathematics Anxiety and Relationships with Mathematics Achievement

HE Huihua & GAO Yuan

(College of Education , Shanghai Normal University , Shanghai , 200234 , China)

Abstract: Non-cognitive factors of learning processes may influence students' academic achievement. The purpose of this study is to explore the differences in math anxiety and the relationships between math anxiety and math achievement between American and Chinese adolescents who are from Seattle and Shanghai respectively. Students' and their parents' math anxiety were measured. Students' math performance was rated by their math teachers. Results indicated that American adolescents' and their parents' math anxiety were significantly higher than Chinese adolescents. Parental math anxiety can predict their children's math anxiety, and students' math anxiety can predict their math achievement. Only for Chinese group, the relationship between parental math anxiety and adolescents' math achievement was mediated by adolescents' own math anxiety.

Keywords: high school student; math anxiety; math achievement; comparative study between US and China

(责任校对: 李媛媛)